

# Abhängigkeit der Sprintgeschwindigkeit von Sprung-Leistungsparametern

## Schnelligkeitsdiagnostik mit Drop und Countermovement Sprüngen bei Elite-Spielsportlern

Fabian Lüthy, Karin Sonderegger, Klaus Hübner, Markus Tschopp  
Eidg. Hochschule für Sport Magglingen

### Hintergrund

Die zyklisch, elementare Bewegungsschnelligkeit (EBS) ist in Sportarten von Bedeutung. Aufgrund der Komplexität der EBS und des hohen Leistungsniveaus bei Elite-Spielsportlern mit entsprechender Homogenität sollten leistungsdagnostische Verfahren zur Erfassung und Beurteilung der EBS aus verschiedenen Tests zusammengesetzt werden. Die Magglinger Testbatterie umfasst neben der Zeitmessung zusätzlich eine qualitative Schrittanalyse (mit Messung der Schrittlänge, Bodenkontaktzeit und Laufgeschwindigkeit) sowie die Bestimmung der Sprungleistung mittels Countermovement Jump (CMJ) und Drop Jump (DJ). Der Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe – als Ausdruck der Sprungleistung – und der Laufleistung sowohl beim CMJ (Smirniotou et al, 2008) als auch beim DJ (Bissas et al, 2008) wurde bereits aufgezeigt. Die Stärke des Zusammenhangs ist dabei von der Laufdistanz abhängig (Young et al, 1995). Wir verwenden für die Interpretation der Sprungleistung jedoch die relative Maximalleistung ( $P_{max}$ ) beim CMJ (Explosivkraft) und Brems- \* Beschleunigungsleistung ( $P^*P^+$ ) beim DJ (Reaktivkraft). Diese beiden Parameter  $P_{max}$  und  $P^*P^+$  wurden bislang noch nicht in Zusammenhang mit der qualitativen Schrittanalyse geprüft. Ziel der vorliegenden Studie ist es, bei einem Probandenkollektiv von Elite-Spielsportlern auf höchster nationaler Stufe den Zusammenhang zwischen der  $P_{max}$  beim CMJ sowie der  $P^*P^+$  beim DJ mit den Parametern der qualitativen Schrittanalyse in unterschiedlichen Beschleunigungsphasen zu prüfen.



Abbildung 1: Countermovement Jump



Abbildung 2: Drop Jump

### Fragestellungen

- Wie verändert sich der Zusammenhang von Explosivkraft und Reaktivkraft mit der Laufgeschwindigkeit in den unterschiedlichen Beschleunigungsphasen?
- Wie verändert sich der Zusammenhang von Explosiv- und Reaktivkraft mit der Bodenkontaktzeit und Schrittlänge in den unterschiedlichen Beschleunigungsphasen?

### Methode

Mit 59 männlichen Spielsportlern (Alter:  $19,4 \pm 1,5$  Jahre, Grösse:  $181,7 \pm 6,1$  cm, Gewicht:  $79,3 \pm 9,3$  kg), alles Mitglieder einer Fussball- ( $n=37$ ) resp. Handball- ( $n=22$ ) Nachwuchsnationalmannschaft wurden im Rahmen der jährlichen leistungsdagnostischen Untersuchungen folgende standardisierte Tests durchgeführt:

**Quattro Jump:** (Kraftmessplatte MLD Test EVO 2, SP Sport, Österreich): 3 Sprungformen à 3 Sprünge: Countermovement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ) und einbeinige Sprünge links und rechts. Relevanter Parameter: Mittelwert der relativen Maximalleistung ( $P_{max}$ ) beim CMJ [ $W/kg$ ].

**Drop Jump:** (Kraftmessplatte MLD Test EVO 2, SP Sport, Österreich): Jeweils 2 Sprünge aus 20, 40 und 60 cm Fallhöhe. Relevanter Parameter: Bester Mittelwert der Brems- \* Beschleunigungsleistung [ $W^2/kg^2$ ] ( $P^*P^+$ ) aus allen drei Höhen.

**Opto Jump:** (Microgate, Italien): 30m-Sprint: Qualitative Schrittanalyse. Relevante Parameter: mittlere Laufgeschwindigkeit [m/s], mittlere Schrittlänge [m] und mittlere Bodenkontaktzeit [s] in den drei unterschiedlichen Beschleunigungsphasen «Antritt» (2–10m), «Übergang» (10–20m) und «Endgeschwindigkeit» (20–28m).

Zur Überprüfung des Zusammenhangs wurden multiple lineare Regressionsanalysen mit den einzelnen Parametern der qualitativen Schrittanalyse als abhängige und jeweils mit den zwei unabhängigen Variablen  $P_{max}$  des CMJ und  $P^*P^+$  des DJ durchgeführt. (\*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ ).

### Resultate

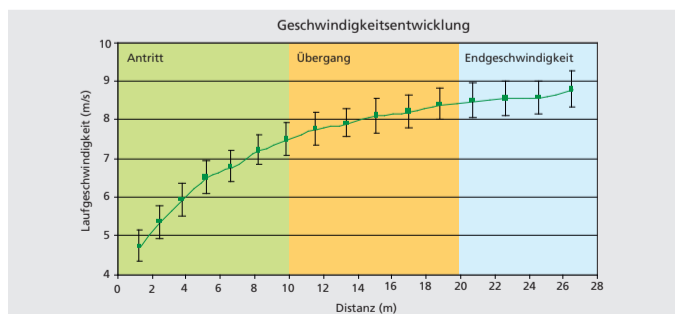


Abbildung 3: Der Graph zeigt den Verlauf der durchschnittlichen Laufgeschwindigkeit über 28m (MW±SD) mit Unterteilung in folgende drei Beschleunigungsphasen: Antritt, Übergang, Endgeschwindigkeit.

Im Durchschnitt erreichten die Spielsportler ein  $P_{max}$  (Explosivkraft) von  $58,0 \pm 5,9$   $W/kg$  und ein  $P^*P^+$  (Reaktivkraft) von  $48,8 \pm 12,3$   $W^2/kg^2$ . Die Explosiv- und Reaktivkraft erklären zwischen 27,5 % und 29,6 % der Varianz der Laufgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Beschleunigungsphasen (vgl. Tab. 1).

Beim Antritt ist der Zusammenhang zwischen der Reaktiv- beziehungsweise der Explosivkraft und der Laufgeschwindigkeit gleich gross. Mit Zunahme der Laufgeschwindigkeit nimmt der Anteil der Reaktivkraft im Verhältnis zur Explosivkraft zu und beschreibt bei Endgeschwindigkeit drei Viertel des Gesamteinflusses der Sprungleistung (vgl. Abb.4).

Die Sprungleistung beschreibt zwischen 12,8 % bis 19,9 % der Varianz der Bodenkontaktzeit in Abhängigkeit der Beschleunigungsphasen, wobei die Explosivkraft als unabhängige Variable keine Signifikanz zeigt (vgl. Tab. 2).

Zwischen der Schrittlänge und der Explosiv- bzw. Reaktivkraft besteht kein signifikanter Zusammenhang.

Laufgeschwindigkeit	Modell R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> (CMJ)	R <sup>2</sup> (DJ)	R <sup>2</sup> (CMJ & DJ)
V <sub>Antritt</sub>	29,6***	13,3**	12,2**	4,1
V <sub>Übergang</sub>	29,1***	9,5**	15,7***	3,9
V <sub>Endgeschwindigkeit</sub>	27,5***	6,1*	18,0***	3,4

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen der Sprungleistung und der Laufgeschwindigkeit in Abhängigkeit der verschiedenen Beschleunigungsphasen.

R<sup>2</sup>: erklärte Gesamtvarianz (Modell R<sup>2</sup>) und Teile der beiden unabhängigen Variablen CMJ (R<sup>2</sup> (CMJ)), DJ (R<sup>2</sup> (DJ)). (n.s.: nicht signifikant / \*:  $p < 0,05$  / \*\*:  $p < 0,01$  / \*\*\*:  $p \leq 0,001$ )

Bodenkontaktzeit	Modell R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> (CMJ)	R <sup>2</sup> (DJ)	R <sup>2</sup> (CMJ & DJ)
t <sub>Antritt</sub>	12,8*	0,0 n.s.	11,5**	1,3
t <sub>Übergang</sub>	17,0**	0,0 n.s.	15,8**	1,2
t <sub>Endgeschwindigkeit</sub>	19,9**	0,0 n.s.	19,2***	0,7

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen der Sprungleistung und der Bodenkontaktzeit in Abhängigkeit der verschiedenen Beschleunigungsphasen.

R<sup>2</sup>: erklärte Gesamtvarianz (Modell R<sup>2</sup>) und Teile der beiden unabhängigen Variablen CMJ (R<sup>2</sup> (CMJ)), DJ (R<sup>2</sup> (DJ)). (n.s.: nicht signifikant / \*:  $p < 0,05$  / \*\*:  $p < 0,01$  / \*\*\*:  $p \leq 0,001$ )

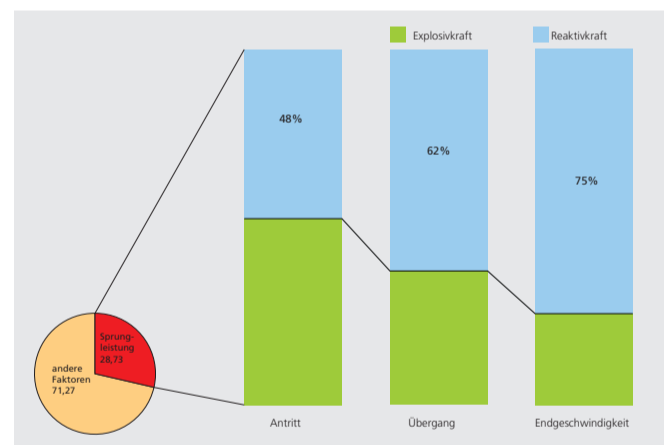


Abbildung 4: Links: Zusammenhang zwischen der Sprungleistung und der Laufgeschwindigkeit über 30m. Rechts: Aufteilung der Sprungleistung in die Parameter Reaktiv- und Explosivkraft in Abhängigkeit der Beschleunigungsphase.

### Diskussion

Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sprungleistung und der Laufgeschwindigkeit über alle Beschleunigungsphasen. Der CMJ und der DJ zeichnen sich durch eine exzentrische-konzentrische Muskelaktion (Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus; DVZ) aus, welche auch bei der Sprintbewegung vorkommt (Schmidtbleicher, 1994). Die beiden Sprungformen unterscheiden sich lediglich in der Dauer dieses Vorgangs welche aufgrund der Fallhöhe beim DJ deutlich kürzer ist. Die von uns untersuchten Parameter  $P_{max}$  und  $P^*P^+$  rechtfertigen sich als unabhängige Messgrössen als Teil der Sprintanalyse bei einem homogenen Probandenkollektiv auf hohem Leistungsniveau.

Im Vergleich zu früheren Studien (Bissas, 2008, Young, 1995) fällt die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Explosiv- beziehungsweise Reaktivkraft und der Laufleistung geringer aus. Dies ist wahrscheinlich auf die Homogenität des Probandenkollektivs und nicht auf die Auswahl des Messparameters zurückzuführen.

Während beim Antritt der Anteil der Sprungleistung zu mehr als der Hälfte über die Explosivkraft definiert ist, nimmt mit ansteigender Laufgeschwindigkeit die Wichtigkeit der Explosivkraft ab. Der höhere prozentuale Anteil der Explosivkraft beim Antritt könnte durch die ähnliche Geschwindigkeit der Muskelkontraktion sowie vergleichbare Kniewinkelpositionen beim Antritt und beim CMJ erklärt werden (Young et al., 1995, Mero, 1988).



Da beim CMJ kein Zusammenhang mit der Bodenkontaktzeit besteht, kann die vergleichbar lange Kontaktzeit beim Antritt als Erklärung ausgeschlossen werden.

Der prozentuale Anteil der Reaktivkraft bezogen auf die gesamte Sprungleistung und somit die Wichtigkeit eines kurzen DVZ nimmt mit Zunahme der Laufgeschwindigkeit und einhergehender Verkürzung der Bodenkontaktzeit zu. Die Dauer der Kontaktzeit beim Sprint hängt hoch-signifikant mit dem Testergebnis beim DJ zusammen.

Die «langsamsten» 25 % der Spieler zeigen im Verhältnis eine deutlich schlechtere Reaktivkraft als Explosivkraft. Somit ist das Steigerungspotential hinsichtlich der Reaktivkraft grösser und würde als Konsequenz zu einer höheren Endgeschwindigkeit führen.

### Schlussfolgerung

Die Sprungleistungsparameter erklären zwar «nur» knapp 30% des Sprintergebnisses.  $P_{max}$  und  $P^*P^+$  rechtfertigen sich jedoch als Teil der komplexen Schnelligkeitsdiagnostik, denn Leistungsdefizite in unterschiedlichen Beschleunigungsphasen führen zu differenzierten Trainingsempfehlungen:

- Explosivkrafttraining zur Verbesserung des Antritts.
- Reaktivkrafttraining zur Verbesserung vor allem der Endgeschwindigkeit.
- Reaktivkrafttraining zur Verkürzung der Bodenkontaktzeit beim Sprint.

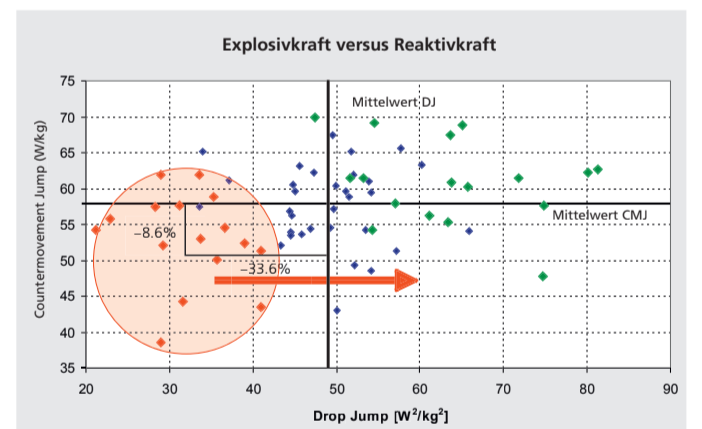


Abbildung 5: Darstellung der  $P_{max}$  und  $P^*P^+$  aller Elite-Spielsportler in Abhängigkeit der Endgeschwindigkeit. Rot markierte Punkte entsprechen den langsamsten 25 % mit prozentualer Abweichung vom Mittelwert, grün markierte Punkte dem besten Quartil. Der rote Pfeil symbolisiert das Steigerungspotential über Reaktivkrafttraining.

### Literaturliste

Bissas, A.I.; Havenetidis, K.: The use of various strength-power tests as predictors of sprint running performance. J Sports Med Phys Fitness (48): 49–54, 2008.  
Kukulj, M.; Ropret, R. et al.: Anthropometric, strength and power predictors of sprinting performance. J Sports Med Phys Fitness (39): 120–122, 1999.  
Mero, A.: Relationship between the muscle fibre characteristics, sprinting and jumping of sprinters. Biology of Sport 2(3): 155–161, 1985.  
Mero, A.: Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. Research Quarterly 59(2): 94–98, 1988.  
Schmidtbleicher, D. (1994): Training in Schnelkraftsportarten. In P.V. Komi (Hrsg.), Kraft und Schnelkraft im Sport (S.374–387). Köln: Deutscher Ärzteverlag.  
Smirniotou, A.; Katsikas, C. et al.: Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. J Sports Med Phys Fitness (48): 447–454, 2008.  
Young, W.; McLean, B.; Ardagna, J.: Relationship between strength qualities and sprinting performance. J Sports Med Phys Fitness (35): 13–19, 1995.

Kontakt: fabian.luethy@baspo.admin.ch